

## Исследование сегнетоэлектрических нанокомпозитов на основе P(VDF-TrFE) методами сканирующей зондовой микроскопии

Ю.С. Терехова<sup>1</sup>, Д.А. Киселев<sup>1</sup>, А.В. Солнышкин<sup>2</sup>, М.В. Силибин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>НИТУ «МИСЦ», 119049 Москва, Россия

e-mail: terehovajulia1@gmail.com

<sup>2</sup>Тверской государственный университет, 170100 Тверь, Россия

<sup>3</sup>НИУ «МИЭТ», 124498 Зеленоград, Россия

Сегнетоэлектрические полимеры типа поливинилиденфторида (PVDF) и сополимеры на его основе нашли широкое применение в качестве функциональных элементов различных электротехнических устройств в современной электронике ввиду своих высоких пьезоэлектрических и пирозэлектрических свойств [1]. Полимерные материалы обладают рядом преимуществ по сравнению с остальными веществами: малая плотность, стабильность электрофизических свойств, простота и относительно низкая стоимость получения. Также стоит отметить, что полимерной пленке можно придать практически любую форму без потери механической прочности и ударостойкости [2], что позволяет применять полимерные пленки во всех отраслях промышленности.

Образцы исследовались методом силовой микроскопии пьезоотклика и в режиме Кельвин моды на сканирующей зондовой нанолaborатории NtegraPrima (NT-MDT, Россия). Для исследования структуры поверхности и локальных пьезоэлектрических свойств пленочных образцов были взяты: чистый полимер P(VDF-TrFE) и композиты на его основе P(VDF-TrFE) + 20VA500+Fe, P(VDF-TrFE) + 5% BaTiO<sub>3</sub>, а также P(VDF-TrFE) + 0,5%DTGS и P(VDF-TrFE) + 10%DTGS.

Все исследуемые образцы были подвергнуты поляризации [3] постоянным напряжением  $\pm 55$  В при помощи проводящего кантилевера CSG 30/Pt. Эффект «обратного» переключения (при подаче «+» получаем сигнал «-») замечен только в сегнетоэлектриках с отрицательными значениям  $d_{33}$ , к которым относятся полимеры. В режиме Кельвин моды получены распределения поверхностного потенциала по исследуемой площади для образцов P(VDF-TrFE), P(VDF-TrFE) + 5% BaTiO<sub>3</sub>, P(VDF-TrFE) + 10%DTGS.

Полученные результаты указывают на то, что композитные материалы на основе сегнетоэлектрического сополимера винилиденфторида с трифторэтиленом являются перспективными материалами современной электроники. Основными ожидаемыми направлениями применения композитов П(ВДФ-ТрФЭ)/Сегнетоэлектрик являются устройства с энергонезависимой памятью, МЭМС, пиро- и пьезоэлектрические устройства, солнечная энергетика, робототехника и др.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (номер проекта 20-32-90115).

1. В.Е. Живулин, Д.А. Жеребцов, С.М. Лебедева, М.В. Штенберг, А.А. Осипов, Л.А. Песин, *Физика твердого тела* **59**(2), 394 (2017).
2. А.В. Солнышкин, И.Л. Кислова, А.Н. Белов, А.В. Сыса, А.А. Строганов, В.И. Шемяков, М.В. Силибин, А.А. Михалчан, А.А. Лысенко, *Известия вузов. Электроника* **21**(6), 520 (2016).
3. В.В. Кочервинский, Д.А. Киселев, М.Д. Малинкович, А.А. Корлюков, Б.В. Локшин, В.В. Волков, Г.А. Киракосян, А.С. Павлов, *Кристаллография* **62**(2), 317 (2017).